

中华人民共和国国家标准

GB/T 41091—2021

人员密集场所电气安全风险评估 和风险控制指南

Guidance for electrical safety risk assessment and risk reduction in assembly
occupancies

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 概述	1
4.1 一般原则	1
4.2 人员密集场所的基本特征	1
4.3 人员密集场所电气安全风险	1
5 实施步骤	2
6 人员密集场所电气安全因素识别	2
6.1 一般原则	2
6.2 识别危险源	3
6.3 识别人员接触相关的安全因素	3
6.4 附加考虑的安全因素	4
7 风险预估	5
8 风险评价	6
9 风险降低	6
9.1 一般原则	6
9.2 风险降低措施	6
10 文件	7
参考文献	9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国电气安全标准化技术委员会(SAC/TC 25)提出并归口。

本文件起草单位：广安电气检测中心(广东)有限公司、中国电器工业协会、江苏和网源电气有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所、厦门三行电子有限公司、深圳市麦斯达夫科技有限公司、华测检测认证集团股份有限公司、中国信息通信研究院、中山日月明电气设备有限公司、广东产品质量监督检验研究院、广东强劲机电工程有限公司、同济大学、广东省惠州市质量技术监督标准与编码所、广州市市政工程设计研究总院有限公司、义乌市老金模具有限公司、西安智恒电器科技有限公司、东营市汇安科工贸有限责任公司、西安凯益金电子科技有限公司、广东粤电新会发电有限公司。

本文件主要起草人：袁小娴、马桂芬、姚乃元、李锋、黄景明、曾雁鸿、高武龙、马红、孙莹莹、康劼、彭锋、何东升、谢增强、林永清、温志凡、程瑾、李旭、丁晓军、金庆和、刘耀荣、陈聪、周素芹、向梅、熊旭光、宋汉、马天才、高健。

引 言

人员密集场所是城市的重要特征之一。人员密集场所由于人员的高度密集和功能的复杂化,增加了自身的脆弱性,容易遭受各种外在风险和内生风险的侵害。

通常,电气设备及系统在设计阶段已考虑了与运行场所相关的安装、使用和维护维修的一般要求。为进一步保证在人员密集场所运行的电气设备及系统的安全水平,有必要进行电气安全风险评估和风险降低。

本文件可为人员密集场所的电气设备及系统的电气安全风险评估和风险降低提供指南。



人员密集场所电气安全风险评估 和风险降低指南

1 范围

本文件提供了人员密集场所实施电气安全风险评估和风险降低的指导,包括一般原则、实施步骤、电气安全因素识别、风险预估、风险评价、风险降低以及文件等。

本文件适用于人员密集场所的低压电气设备及系统的安全风险评估和风险降低。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 4776—2017 电气安全术语

GB/T 22696(所有部分) 电气设备的安全 风险评估和风险降低

GB/T 22696.2—2008 电气设备的安全 风险评估和风险降低 第 2 部分:风险分析和风险评价

GB/T 22697(所有部分) 电气设备热表面灼伤风险评估

GB/T 24612(所有部分) 电气设备应用场所的安全要求

3 术语和定义

GB/T 4776—2017、GB/T 22696(所有部分)界定的术语和定义适用于本文件。

4 概述

4.1 一般原则

本文件基于 GB/T 22696(所有部分)给出的风险评估实施步骤、电气设备危险源、风险降低措施等内容,结合人员密集场所的基本特征和电气安全风险,考虑补充相关内容。

4.2 人员密集场所的基本特征

人员密集场所的基本特征包括(但不限于):

- 人员流动大;
- 人员密度大;
- 人员安全认知差异大等。

4.3 人员密集场所电气安全风险

人员密集场所的电气安全风险来源包括(但不限于):

- a) 由于人员密集场所的基本特征,导致人员与电气设备及系统直接或间接接触产生的风险,例如:
 - 1) 人员与电气设备及系统的接触比一般场所频繁或总时间延长;
 - 2) 人员经常性及不确定性外力对电气设备及系统的电气结构、机械结构等产生突发性冲击等;
- b) 由于人员密集场所的基本特征,产生的其他风险,例如:
 - 1) 为满足预期要求,导致电气设备及系统的集中时间满负荷,甚至过载使用;
 - 2) 影响电气安全的固体、液体和气体的侵入等。

5 实施步骤

本文件的风险评估和风险降低,是针对人员密集场所进行的电气安全因素识别、风险预估、风险评价、风险降低的迭代过程,按以下步骤实施(见图 1):

- a) 确定评估对象,即人员密集场所;
- b) 识别人员密集场所的电气安全因素,对潜在危险、危险处境和危险事件进行分析;
- c) 风险预估,包括预估发生危险的概率和后果严重程度;
- d) 风险评价,评定风险等级;
- e) 对于未达到可容许风险级别的,采取措施降低风险。

注:可容许风险受诸多因素影响,见 GB/T 22696.1。

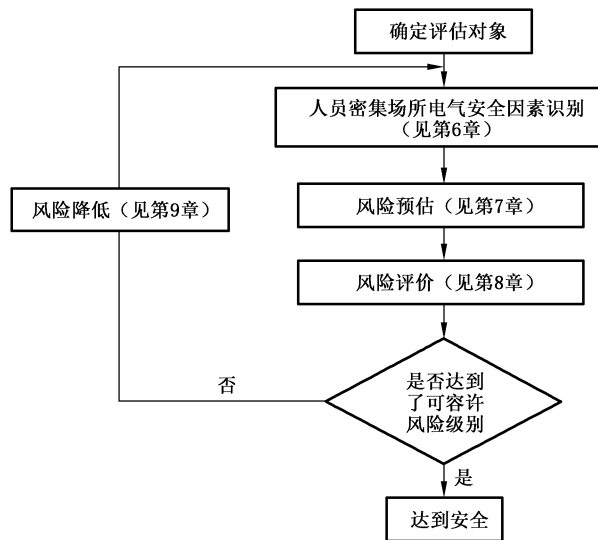


图 1 实施步骤示意图

6 人员密集场所电气安全因素识别

6.1 一般原则

除 GB/T 24612(所有部分)规定的安全因素外,根据人员密集场所的基本特征(见 4.2)和电气安全风险来源(见 4.3)识别安全因素,包括(但不限于):

- 与人员接触相关的安全因素;
- 根据人员密集场所的基本特征,宜附加考虑的因素。

6.2 识别危险源

危险源的识别除按 GB/T 22696.2—2008 中 4.3 的规定进行考虑外,还宜考虑的因素包括(但不限于):

- 识别主要危险源发生危害时对周边设备、设施的影响,发生连锁事故的可能性;
- 识别主要危险源发生危害时由于人员密集而产生的风险叠加的可能性。

6.3 识别人员接触相关的安全因素

6.3.1 导体的基本绝缘

人员不宜直接接触导体的基本绝缘表面。

6.3.2 可接触的与导体相关的外壳

人员可接触的与导体相关的外壳宜满足:

- 绝缘外壳与基本绝缘构成双重绝缘;
- 金属外壳单独接地。

可接触外壳的温升应符合 GB/T 22697(所有部分)的规定。

外壳防护按 GB/T 4208—2017 的要求,侧重考虑第一位特征数字小于 3 的防护要求。

6.3.3 机械结构的稳定性

机械结构及强度宜满足长期且频繁地承受机械应力的能力。例如:

- 承压,单位面积承受的压力;
- 碰撞,包括撞击;
- 拉力作用;
- 振动。

6.3.4 电源、插座

移动式电源、电源插座等宜满足:

- 便携式的配电盘和携带式电源配电装置应具有足够额定电压和额定电流的电源插座供电,并采用过电流装置和附加保护措施进行保护;
- 公众不接近过电流和剩余电流保护装置、电源插座;
- 提供设备接地导线连接用的装置。

6.3.5 临时用电装置

临时用电装置的临时布线和安装,宜防止被公众接触,仅在必要的时间限制内允许使用,完成预定工程或其执行的任务后,临时布线立即拆除。宜附加考虑(但不限于):

- 支路:提供过电流和剩余电流保护,布线不宜有物理损伤;
- 插座:宜设置接地端子,且不宜连接到多股临时照明线路的同一根非接地导线上;
- 断电装置:宜安装断路器或插头,使所有非接地导体的每个临时支路断开连接;
- 灯具保护:所有通用照明装置的光源宜有保护罩保护,防止意外接触或漏电;
- 防止意外损伤:软线和电缆宜防止意外损伤,避免尖锐的棱角和凸出;当穿越易受机械损伤场所时,宜提供保护防止损伤;
- 电缆组件、软线和电缆宜间隔支撑避免物理损伤。

6.4 附加考虑的安全因素

6.4.1 固定导线(导体)连接点

固定导线(导体)连接点包括(但不限于):

- 由导体、导线(电缆线芯)和螺钉连接的连接点;
- 由导线(电缆线芯)、导线(电缆线芯)和螺钉连接的连接点;
- 由导线(电缆线芯)和导线(电缆线芯)铰接的连接点。

6.4.2 活动导线(导体)连接点

活动导线(导体)连接点包括(但不限于):

- 由连接导线的插片与导体连接的活动连接点;
- 由导体与导体弹性连接的活动连接点;
- 可拆卸的导线(导体)和导线(导体)连接片连接的活动连接点。

6.4.3 布线

布线系统宜附加考虑长期且频繁地承受机械应力的能力,包括(但不限于):

- 承压,单位面积承受的压力;
- 碰撞,包括撞击;
- 拉力作用;
- 振动。

6.4.4 接地

接地及其系统宜附加考虑(但不限于):

- 人员是否接触任何接地线、接地端子;
- 静电消除接地是否连接到用电系统的接地回路中。

6.4.5 加强绝缘的结构及强度

加强绝缘的结构及强度宜满足长期且频繁地承受机械应力的能力,包括(但不限于):

- 承压,单位面积承受的压力;
- 碰撞,包括撞击;
- 拉力作用;
- 振动。

6.4.6 导体发热

导体发热宜附加考虑(但不限于):

- 导体载流量是否在允许范围内;
- 是否存在短时间热量无法散出(传导或辐射);
- 是否仅依靠导体本身传输热量;
- 环境给导体散热产生的热阻。

6.4.7 绝缘材料的耐热

绝缘材料发热宜附加考虑(但不限于):

- 对绝缘老化的影响,致使绝缘寿命降低;
 - 对局部放电的影响,致使绝缘水平降低。
- 绝缘结构发热宜附加考虑(但不限于):
- 对绝缘老化的影响,致使绝缘结构的机械强度及绝缘寿命降低;
 - 对局部放电的影响,致使绝缘水平降低。

6.4.8 热保护

热保护宜附加考虑(但不限于):

- 终端用电接入的热保护;
- 布线系统的热保护;
- 预防火灾蔓延的措施。

6.4.9 电源紧急切断

电源紧急切断宜附加考虑:

- 任何自动保护条件下是否均设置手动电源紧急切断按钮,且该设置能被安全使用,不会引起二次危害;
- 对计算机系统信息存储、信息安全的影响。

6.4.10 人体工效

人体工效宜附加考虑(但不限于):

- 预期使用者个体差异对风险的影响程度;
- 工作场所的空间对操作者的姿势和活动空间的影响;
- 工作速率和模式对操作者的潜在影响;
- 减小操作者人为失误带来的风险;
- 人机界面的设计需考虑操作者的特征,包括如何获取或处理信息,是否能安全有效的操作;
- 工作场所的操作环境对操作者产生的影响,包括视觉因素、听觉因素、振动因素、热因素等。

7 风险预估

识别危险后,通过测定伤害的严重程度和发生伤害的可能性进行风险预估。其中,伤害的严重程度由伤害的程度(用 S 表示)和伤害的广度(用 F 表示)进行预估,发生伤害的可能性由避免或限制伤害的可能性(用 P 表示)进行预估,最终确定风险指数,见图 2。

- a) 伤害的程度,包括:
 - 1) 轻微(正常可逆或短期内可修复),用 S_1 表示;
 - 2) 高度(正常可逆或长期内可修复),用 S_2 表示;
 - 3) 严重(正常不可逆或不可修复)或死亡,用 S_3 表示;
- b) 伤害的广度,包括:
 - 1) 极少-较少暴露和/或短时间暴露,用 F_1 表示;
 - 2) 频繁-持续暴露和/或长时间暴露,用 F_2 表示;
- c) 避免或限制伤害的可能性,包括:
 - 1) 可能避免,用 P_1 表示;
 - 2) 不大可能避免,用 P_2 表示。

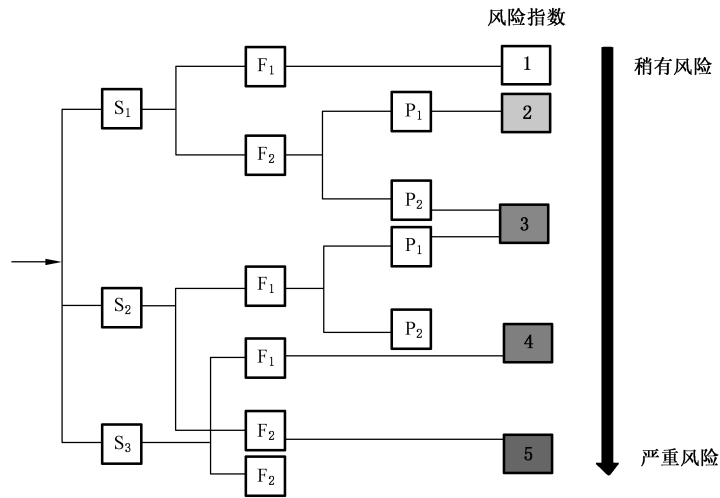


图 2 风险指数示意图

根据 1~5 的风险指数，风险等级可依次划分为稍有风险、轻度风险、中度风险、高度风险和严重风险 5 个等级。

8 风险评价

风险预估后，通过风险评价评定是否需要风险降低。风险评价可根据以下内容进行：

- 人员密集场所的基本信息；
- 图 2 确定的风险指数和风险等级；
- 人员要素；
- 防护措施的可可靠性、防护措施失效的可能性、防护措施的维持能力；
- 使用信息；
- 当前社会价值；
- 风险降低原则等。

9 风险降低

9.1 一般原则

通过消除危险，或降低危险的下述两个因素（单独或同时），实现风险降低：

- 伤害的严重程度；
- 发生伤害的可能性。

9.2 风险降低措施

9.2.1 固有安全设计措施

9.2.1.1 关于电源及其配电

人员密集场所的用电设备供配电系统的设计，宜符合相关规范的规定，如设置过电流和剩余电流动作保护装置、电气火灾监控系统、故障灭弧保护器等。

9.2.1.2 关于用电设备

宜考虑人员密集场所的基本特征,设计采取必要保护措施。包括(但不限于):

- 靠近可燃物时,采取隔热、散热等保护措施;
- 优选不燃材料作隔热保护;
- 灯具等可能长期发热的电器不宜直接安装在可燃装修材料或可燃构件上;
- 外壳防护等级设计充分考虑场所的人员聚集、流动及特殊环境下的安全保障等。

9.2.2 安全防护和(或)补充保护措施

如果通过固有安全设计措施不能消除危险或充分地降低风险,可使用安全防护和(或)补充保护措施来减小风险。相关措施包括(但不限于):

- 用于防止进入危险区的固定的挡板、护栏或围墙等固定式安全防护装置;
- 防止进入危险区的连锁防护;
- 防止靠近危险设备的防护罩或外壳;
- 紧急停止措施;
- 用于隔离和消散能量的闭锁等措施;
- 甄别人员活动信息,实现进入危险区域的预警、异常行为报警、异常状态报警等功能;
- 应急救援处置措施,包括应急预案和应急疏散预案等;
- 采用红外热像、可视图像采集、故障分析、数据处理等技术手段进行电气安全检测;
- 风险预警及险情信号,包括:危险警示标识、危险报警装置、险情听觉信号、险情视觉信号、险情语音信号等;
- 周期性维护、状态维护或故障检修(见 9.2.3)。

9.2.3 维护维修建议

根据人员密集场所的基本特征(见 4.2)和电气安全风险来源(见 4.3),电气设备及系统的维护维修宜严于一般场所,可考虑(但不限于):

- 适当缩短维护维修的周期;
- 对维护周期的预估;
- 对安全状态的监测;
- 维护维修的内容可有所侧重,例如:磨损率、使用寿命、故障率特点等。

9.2.4 信息

尽管采用了固有安全设计措施、安全防护和(或)补充保护措施,但风险仍然存在时,宜补充相关的说明、提示类等信息。

- 说明信息,宜通过标示在电气设备或系统上的铭牌等,和(或)随电气设备或系统一起交付的说明书等提供说明信息。
 - 提示信息,宜通过安全标志、警示标志、险情信号等提醒注意风险。
- 考虑到人员密集场所的特征,上述方式宜在一般场所基础上有所加强。

10 文件

人员密集场所进行电气安全风险评估和风险降低获得的信息对以后的维护维修是至关重要的,相关过程和结果宜形成文件,至少包括以下内容:

GB/T 41091—2021

- 安全因素；
- 识别出的危险源；
- 发生危险概率和后果严重程度的评估过程和结果；
- 风险等级评定；
- 风险评估依据的信息；
- 实施风险降低的目标；
- 风险降低措施；
- 残余风险；
- 风险评价的结果。

参 考 文 献

- [1] GB/T 22696.1 电气设备的安全 风险评估和风险降低 第1部分:总则
-